



**Universidad  
Zaragoza**

Grado en Ciencias de la Salud y del Deporte

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

### **PREPARACIÓN GENERAL DEL TRIATLETA JOVEN A TRAVÉS DEL TRABAJO COMBINADO DE FUERZA Y RESISTENCIA**

### **GENERAL PREPARATION OF THE YOUNG ATHLETES THROUGH AEROBIC AND STRENGTH WORK**

Autor

Álvaro Izquierdo Ibáñez

Director

Daniel Cremades Arroyos

*Departamento de Fisiatría y Enfermería*

*Área de Educación Física y Deportiva*

Fecha de entrega

6 de Diciembre de 2021

# RESUMEN

---

Este Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo principal desarrollar una óptima preparación de la fuerza del atleta general con la menor hipertrofia posible. Así como, fomentar mayores niveles de potencia que se puedan transferir al ámbito del triatlón en distancia sprint. En este estudio experimental, participará una muestra de 13 adolescentes del Stadium Casablanca de Zaragoza los cuales se distribuirán en dos grupos. Con el grupo control únicamente se realizarán los test (Test de esfuerzo máximo continuo de 5' y test de fuerza) medido en dos momentos temporales distintos, uno al comienzo y otro al final. Con el grupo experimental se realizará un test de fuerza tanto al comienzo como al final de la intervención, asimismo se llevará a cabo dos sesiones de fuerza. En base a los resultados encontrados, se analizará si existe o no una mejora del rendimiento. Los resultados obtenidos fueron, una mejora significativa de la velocidad media en una prueba a máxima intensidad constante de 5 minutos, un incremento no significativo de la mejora de la fuerza general y un mantenimiento del peso. The results obtained were a significant improvement in average speed in a 5-minute maximum constant intensity test, a non-significant increase in overall strength improvement and weight maintenance.

**PALABRAS CLAVE:** rendimiento, fuerza, triatlón, ciclismo, adolescentes.

# ABSTRACT

---

The main objective of this Final Degree Project is to develop an optimal preparation of the general athlete's strength with the least possible hypertrophy. As well as promoting higher levels of power that can be transferred to the sprint distance triathlon. In this experimental study, a sample of 13 adolescents from the Stadium Casablanca in Zaragoza will participate in two groups. With the control group, two tests will be performed (5' maximum continuous effort test and strength test) measured at two different times, one at the beginning and one at the end. With the experimental group, a strength test will be carried out both at the beginning and at the end of the intervention, and two strength sessions. Based on the results found, it will be analysed whether or not there is an improvement in performance.

**KEY WORDS:** performance, strength, triathlon, cycling, adolescent

# ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b>	<b>8</b>
2.1. TRIATLÓN	8
2.1.1. Características generales	8
2.1.2. Variaciones en atletas jóvenes	12
2.2. FUERZA	14
2.2.1. Características generales del entrenamiento de fuerza	14
2.2.2. Fuerza en el triatlón	15
2.2.3. Relación de Velocidades con la Repetición Máxima	16
2.2.4. Variaciones en atletas jóvenes	17
2.2.5. Riesgos del entrenamiento de fuerza	17
2.2.6. Trabajo con Atletas jóvenes dentro del Stadium Casablanca Sección de Triatlón	18
2.3. CONTRIBUCIÓN DE ESTE ESTUDIO A LA LITERATURA CIENTÍFICA	20
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>21</b>
<b>4. METODOLOGÍA</b>	<b>22</b>
4.1. DISEÑO Y CONTEXTUALIZACIÓN	22
4.2. PARTICIPANTES	22
4.3. INSTRUMENTOS	23
4.4. PROCEDIMIENTO	23
4.4.1. Fuerza	24
4.4.2. Trabajo aeróbico	25
4.4.3. Peso	25
4.5. ANÁLISIS DE DATOS	26
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>27</b>

5.1.	<b>Formulación de la primera hipótesis .....</b>	<b>27</b>
5.2.	<i>Formulación de la segunda hipótesis.....</i>	<i>32</i>
5.3.	<i>Formulación de la 3ª hipótesis .....</i>	<i>35</i>
6.	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>38</b>
7.	<b>LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS DE ESTUDIO .....</b>	<b>40</b>
8.	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>41</b>
9.	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>42</b>

---

## 1. INTRODUCCIÓN

---

El presente trabajo de fin de grado pretende ahondar en la importancia de contemplar la preparación del triatleta desde un entrenamiento basado principalmente en el trabajo aeróbico y de fuerza; especialmente, en los adolescentes de 14 a 16 años, que es con los que se lleva a cabo el estudio.

La elección de este trabajo viene suscitada por la curiosidad tanto en el ámbito del entrenamiento aeróbico como el de fuerza. Al estar en contacto con el mundo del entrenamiento, a través de las prácticas curriculares en la universidad y mi pasión por el mundo del rendimiento, despertó en mí un gran deseo de querer comprobar el efecto que tendría en ellos un entrenamiento de fuerza basado en la potencia a través de mejoras neuronales.

Haber podido estudiar diferentes asignaturas y saber cómo implementar un programa de actividad física y las consecuencias derivadas de este, añadido al hecho de, haber vivido de primera mano las preparaciones de estos para distintos objetivos a lo largo de la temporada, me ha aportado significativamente a niveles intrínsecos.

Atendiendo a lo anterior, lo normal hubiera sido centrar la muestra de este estudio en personas senior de alto rendimiento, sin embargo, debido al miedo general de éstos por realizar un entrenamiento con cargas relativamente altas, no se pudo llevar a cabo ya que no estaban dispuestos a cambiar su método de entreno por miedo a no llegar en las mejores condiciones a campeonatos de España de duatlón como de triatlón o incluso de Europa.

Pese a lo comentado, a nivel personal ya había tenido la vivencia de realizar prácticas con personas “senior” por lo que me suscito mucho interés poder realizar estudios con un grupo de personas las cuales considero que son determinantes: los jóvenes. Considero esencial analizar diversos parámetros de la salud en los adolescentes jóvenes porque es en ese preciso momento cuando se determina en gran parte su patrón funcional de salud. Múltiples estudios apuntan que el entrenamiento de fuerza en atletas de resistencia aeróbica (González-Badillo & Sánchez-Medina., 2010) producen mejoras tanto en la técnica como en la velocidad.

Por todo ello, me resulta fascinante poder llevar a cabo un análisis en primera persona y de este modo, poder implementar el plan de entrenamiento en primera persona.

---

## 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

---

### 2.1. TRIATLÓN

Entendemos por Triatlón la combinación de natación, ciclismo y carrera a pie. En ella podemos encontrar distancias desde distancia supersprint hasta el Iron man. Al existir tantas disciplinas, en cada una de estas tiene unos factores de rendimiento propios del tiempo que cuesta realizar dicha prueba, por ello resulta evidente que no trabajaremos de igual forma una disciplina en la que el tiempo estimado de realización son 40 minutos que una prueba donde el tiempo estimado de realización son 6 horas, aunque en las 2 se practique los mismos estos técnicos (Cejuela Anta, et al., 2007).

#### 2.1.1. Características generales

Como acabo de comentar el triatlón consta de 3 modalidades, la primera es la natación en la cual la técnica cobra gran relevancia, esta se realiza en agua abiertas, constando de 500 metros en la disciplina de supersprint y de 750 metros en la modalidad sprint. (Cejuela Anta, et al., 2007).

En la sección de ciclismo la preparación varia si se permite ir a rueda o no, aun así las distancias siguen siendo las mismas de 20 km en el caso de la modalidad sprint o de 7 km en caso de la modalidad supersprint

En cuanto a la parte de carrera es la parte que normalmente determina el éxito o no en la prueba, la distancia varia también en distancia sprint es de 5km y en la distancia súper-sprint es de 2 km. El paso de una modalidad a otra se denomina transición, el orden de éstas es igual que el dicho anteriormente, pero esta también es muy significativa para un gran rendimiento en la misma., destacando siempre como transición más significativa para el resultado final la segunda transición, esta es la que comprende el cambio de ciclismo a carrera a pie. *“Se ha demostrado que perder menos tiempo durante la T2 está relacionado con obtener una mejor colocación al final de una distancia olímpica”* (Cejuela, et al., 2013),



En cuanto a la preparación general del triatleta, cada disciplina tiene un calendario de competición y unas demandas metabólicas a las que hay que ceñirse en concreto, los atletas que participan en modalidades de distancia supersprint, sprint y olímpica tienen un calendario con bastantes eventos si los comparamos con los atletas de distancias más largas (Iron man).

Debido a esto y viéndonos obligados a periodizar, tal y como comenta Bompa et al. (2015) en su libro, se debe dividir la temporada en unidades de entrenamiento (macrociclos, microciclo y sesiones) contemplando dos formas una tradicional, siendo esta un modelo lineal de periodizar la cual, debido al tipo de calendario masificado de eventos que representan las pruebas tres pruebas nombradas anteriormente, no sería óptimo si el tipo de atleta a entrenar fuera de reserva actual alta. La otra forma sería una priorización contemporánea o lo que es lo mismo, una ATR que se caracteriza por su composición no lineal con bloques de acumulación, transformaciones y realización, tal y como afirma González et al. (2014) en su estudio.

Estos bloques hacen especial énfasis en unos objetivos de entrenamiento específicos siendo esencialmente efectivos en atletas con una reserva actual alta, por lo tanto, se puede decir que la periodización y el entrenamiento de cada atleta depende de su nivel, el calendario y los objetivos del mismo (Arrese., 2013).

Entendemos por objetivos de entrenamientos aquellos factores que inciden en el rendimiento de la modalidad, de esta manera, un análisis correcto de estos nos hará tener mayor o menor éxito en el desempeño de esta modalidad. Cabe señalar que dichos factores se trabajaran tanto de forma aislada, como como combinando uno, dos o a las tres disciplinas, a continuación, se plasma dichos objetivos o lo que es lo mismo, los factores de rendimientos imprescindibles para las modalidades anteriormente descritas (Arrese., 2013):

A) Modalidad Supersprint:

Factores de rendimiento generales:

Natación 500m Ciclismo 8 km Carrera 2km (25- 40')	Limites fisiológicos	$Vo_{2m\acute{a}x}$ , VAM y $T_{lim}$ a VAM
--	----------------------	---

Factores de rendimiento específicos	Intensidad elevada de eficiencia aeróbica-anaeróbica	-Economía del esfuerzo -Tolerancia al lactato medio-baja -Intensidad baja de eficiencia anaeróbica -Fuerza resistencia específica
Nivel Dificultado	-Intensidad baja de eficiencia anaeróbica -Mayor magnitud y frecuencia	
Nivel facilitado	-Intensidad media de eficiencia aeróbica-anaeróbica -Tolerancia láctica con menor requerimiento energético	

<b>Natación 500m (4- 8')</b>	Limites fisiológicos	Potencia anaeróbica láctica $VO_{2máx}$ , VAM y $T_{lim}$ a VAM
Intensidad elevada de eficiencia aeróbica-anaeróbica	Factores de rendimiento específicos	-Economía del esfuerzo -Tolerancia al lactato medio-alta -cinética del $VO_{2máx}$ y VAM - $T_{lim}$ VAM -Fuerza resistencia específica -Intensidad baja de eficiencia anaeróbica
Nivel Dificultado	-Intensidad media de eficiencia anaeróbica -Mayor magnitud y frecuencia	
Nivel facilitado	-Intensidad alta de eficiencia aeróbica-anaeróbica -Tolerancia láctica con menor requerimiento energético	

<b>Ciclismo 8 km (14-20')</b>	Limites fisiológicos	$VO_{2máx}$ , VAM y $T_{lim}$ a VAM
Intensidad elevada de eficiencia aeróbica-anaeróbica	Factores de rendimiento específicos	-Economía del esfuerzo -Tolerancia al lactato medio-baja -Intensidad baja de eficiencia anaeróbica -Fuerza resistencia específica
Nivel Dificultado	-Intensidad baja de eficiencia anaeróbica -Mayor magnitud y frecuencia	
Nivel facilitado	-Intensidad media de eficiencia aeróbica-anaeróbica	

	-Tolerancia láctica con menor requerimiento energético
--	--

<b>Carrera 2 km (6-10')</b>	Limites fisiológicos	Potencia anaeróbica láctica VO <sub>2</sub> máx, VAM y T <sub>lim</sub> a VAM
Intensidad elevada de eficiencia aeróbica-anaeróbica	Factores de rendimiento específicos	- Economía del esfuerzo -Tolerancia al lactato medio-baja -Intensidad baja de eficiencia anaeróbica -Fuerza resistencia específica
Nivel Dificultado	-Intensidad media de eficiencia anaeróbica -Mayor magnitud y frecuencia	
Nivel facilitado	-Intensidad alta de eficiencia aeróbica-anaeróbica -Tolerancia láctica con menor requerimiento energético	

#### B) Modalidad Sprint

Factores de rendimiento generales:

Natación 750m Ciclismo 20 km Carrera 5km (55 – 70')	Limites fisiológicos	VO <sub>2</sub> máx, VAM y T <sub>lim</sub> a VAM
Factores de rendimiento Específicos	Intensidad media de eficiencia aeróbica-anaeróbica	-Economía del esfuerzo -Tolerancia al lactato medio-baja -termorregulación y equilibrio hidroeléctrico -Fuerza resistencia específica
Nivel Dificultado	-Intensidad alta de eficiencia aeróbica-anaeróbica -Mayor magnitud y frecuencia	
Nivel facilitado	-Intensidad baja de eficiencia aeróbica-anaeróbica -Tolerancia láctica con menor requerimiento energético	

<b>Natación 750m</b> (10 - 15')	Limites fisiológicos	VO <sub>2</sub> máx, VAM y T <sub>lim</sub> a VAM
Intensidad elevada de eficiencia aeróbica-anaeróbica	Factores de rendimiento específicos	- Economía del esfuerzo -Tolerancia al lactato medio-baja -Intensidad baja de eficiencia anaeróbica

		-Fuerza resistencia especifica
Nivel Dificultado	-Intensidad media de eficiencia anaeróbica -Mayor magnitud y frecuentica	
Nivel facilitado	-Intensidad alta de eficiencia aeróbica-anaeróbica -Tolerancia láctica con menor requerimiento energético	

<b>Ciclismo 20 km (25-30')</b>	Limites fisiológicos	Vo <sub>2</sub> máx, VAM y T <sub>lim</sub> a VAM
Intensidad elevada de eficiencia aeróbica-anaeróbica	Factores de rendimiento específicos	- Economía del esfuerzo -Tolerancia al lactato medio-baja -Intensidad baja de eficiencia anaeróbica -Fuerza resistencia especifica
Nivel Dificultado	-Intensidad media de eficiencia anaeróbica -Mayor magnitud y frecuentica	
Nivel facilitado	-Intensidad alta de eficiencia aeróbica-anaeróbica -Tolerancia láctica con menor requerimiento energético	

<b>Carrera 5 km (15-25')</b>	Limites fisiológicos	Vo <sub>2</sub> máx, VAM y T <sub>lim</sub> a VAM
Intensidad elevada de eficiencia aeróbica-anaeróbica	Factores de rendimiento específicos	- Economía del esfuerzo -Tolerancia al lactato medio-baja -Intensidad baja de eficiencia anaeróbica -Fuerza resistencia especifica
Nivel Dificultado	-Intensidad media de eficiencia anaeróbica -Mayor magnitud y frecuentica	
Nivel facilitado	-Intensidad alta de eficiencia aeróbica-anaeróbica -Tolerancia láctica con menor requerimiento energético	

### 2.1.2. Variaciones en atletas jóvenes

El comienzo de la adolescencia es significativamente diferente entre ambos sexos, en el género femenino empieza antes, entre los diez y trece años mientras que en el género masculino empieza entre los once y los quince años. Del mismo modo, el periodo medio en las chicas se estima entre los once y catorce años mientras que en los valores se

encuentra entre los catorce y quince años; su finalización, por lo general, en el género femenino abarca de los trece a diecisiete años mientras que en el masculino va de los catorce a los dieciséis años (Güemes-Hidalgo, et al., 2017).

Al comienzo de la adolescencia se empieza a trabajar la tolerancia láctica llegando a ocuparse de manera más específica al final de este periodo la. Debemos tener en cuenta que las féminas podrán empezar a trabajar esta tolerancia antes que los varones debido a que la edad biológica va más avanzada en torno a los diez o doce años. Por su parte, el género masculino en términos generales empezara trabajar la tolerancia láctica a los 12-14 años, de igual manera la potencia láctica las chica podrían empezar a trabajarla al final del periodo de la pubertad entre los doce y catorce años y los chicos éntrelos 14 y 16 años.

Para trabajar la tolerancia láctica distinguimos dos metodologías de entrenamiento, por un lado se pueden utilizar métodos fraccionados de intensidad moderada y por otro lado, se pueden llevar a cabo metodologías de juegos o actividades intensas. Pese a que haya diferentes métodos hay que saber en qué momento de nuestro entrenamiento es óptimo emplear uno u otro. Por ejemplo, al final de la pubertad es más aconsejable aplicar métodos fraccionado de intensidad elevada ya que son métodos que se van modificando de manera progresiva hasta llegar al objetivo marcado. Si lo que queremos es un mayor énfasis en la tolerancia láctica se consigue mediante entrenamientos con menos intensidad en las series, menos repeticiones y por lo consiguiente, más descansos. Por lo contrario, si nuestro objetivo es conseguir un mayor énfasis en la potencia láctica, necesitaremos entrenamientos donde se lleven a cabo repeticiones más cortas, intensas y con menos descansos. Cabe destacar que el pico máximo de crecimiento en altura se alcanza aproximadamente a los doce años en las niñas y a los catorce años en los niños (Rodríguez Rivera, et al., 2016)

En lo referente al peso corporal López & Fernández (2006) exponen: *“El Peso corporal evoluciona de forma similar a la talla, con la única diferencia significativa en el pico de aumento del peso en niños que se establece algo más tarde que la altura por lo general a los 14,5 años”* (p. 594).

## **2.2. FUERZA**

La fuerza es una de las palabras más difíciles de definir debido a sus múltiples significados (física, mecánica, medicina, etc.), no obstante, en el ámbito de la actividad física la podemos definir como *“la capacidad del hombre de superar y oponerse a una resistencia extrema, en virtud de los procesos de inervación y metabolismo que se producen en la musculatura”* (González, 2007). Esta definición da a entender que la fuerza solo se considera como tal cuando es “una resistencia extrema” por lo que, según la definición, solo se ejecutaría fuerza cuando haces el máximo esfuerzo posible sobre una resistencia. Por esta razón, no sería una definición completa de lo que significa la fuerza, sino una definición de lo que significa fuerza máxima.

Sin embargo, un estudio exhaustivo de la búsqueda de una definición más exacta me llevo a científicos como Leiva Benegas (2019) que propone lo siguiente:

*“(…) la fuerza puede ser entendida como una capacidad condicional que implica una acción deliberada de un grupo muscular para mantener o realizar una reducida cantidad de movimientos, conllevando umbrales sub-máximos de esfuerzos e involucrando extenuación prematura del gesto físico. O bien podría ser La fuerza es la capacidad de un grupo muscular de mantener o realizar una reducida cantidad de gestos o ejercicios físicos, con cargas o sobrecargas sub-máximas de acuerdo al potencial del grupo muscular trabajado. Bajo esta acotación los movimientos de fuerza son reducidos (pocos) y el peso movilizado es sub-máximo y los descansos se relacionan estrechamente con el restablecimiento energético”.* (p. 56)

### **2.2.1. Características generales del entrenamiento de fuerza**

Desde un punto de vista fisiológico, el diámetro transversal de los músculos junto con las frecuencias de impulsos que las neuronas motrices transmiten a los músculos, añadido a el nivel de sincronización que estas tienen, limitan la producción de fuerza. Debido a esto, en muchas ocasiones se produce una obnubilación por lo que no somos capaces de activar todas las fibras. Para conseguir una óptima realización de la fuerza debemos trabajar estas tres limitantes a la vez, ya que, tal y como afirma Manno et al. (1999) tener únicamente más fibras musculares no nos hará realizar más fuerza, sino que necesitamos a la par un buen trabajo de velocidad en la contracción de estas fibras musculares para poder trabajar todos aspectos de la fuerza máxima.

Para concluir, el trabajo de fuerza tiene que tener dos comportamientos específicos, por una parte necesitamos conseguir una hipertrofia adaptada a la modalidad deportiva. De este modo, hacemos frente a dos tipos de hipertrofia, la sarcoplasmática y la sarcomérica. La primera de ellas, pese a no aumentar tanto las fibras musculares, evidencia un aumento del tamaño del músculo, mayores reservas de glucógeno muscular y un mayor desarrollo de los vasos sanguíneos. Para llevar a cabo este tipo de hipertrofia es necesario trabajar con cargas media y con una velocidad de las repeticiones lenta. Mientras, el trabajo de hipertrofia sarcomérica permite tener fibras musculares más grandes, teniendo la capacidad de generar más fuerza por unidad de fibra, un claro ejemplo es el entrenamiento de fuerza máxima o el de fuerza- potencia. (Román Tobar., 2018).

Por otra parte, necesitamos una coordinación intramuscular entre fibras perfectamente entrenadas, así como entre los distintos músculos implicados en el gesto deportivo trabajando para ello tanto la técnica de los ejercicios, como la fuerza. Este tipo de trabajo permite activar más fibras musculares y hacer más fuerza con el mismo tamaño del músculo. Esto lo conseguiremos mediante un trabajo con cargas bajas lo que permite centrar al individuo en la técnica del ejercicio (Vercesi., 2008).

#### 2.2.2. Fuerza en el triatlón

El triatlón es un deporte cíclico en el cual las acciones de fuerza que se ejecutan son acciones de fuerza- resistencia con cargas bajas donde hay que tener en cuenta factores determinantes como el tipo de fibra predominante. En nuestro caso, los deportistas que realizan triatlón se caracterizan por utilizar durante la mayor parte del tiempo fibras de tipo I o lo que es lo mismo fibras lentas, la fuerza relativa de larga duración.

Debido a esto, la manera principal de trabajar con triatletas es la concepción tradicional del entrenamiento deportivo, este tipo de entrenamientos se caracteriza por un entrenamiento de cargas de doce a veintiséis repeticiones máximas siempre realizando un número de repeticiones alejadas del fallo muscular. Asimismo, el objetivo con estas sesiones no es la ganancia de fuerza-resistencia, sino una optimización de la fuerza en general, ya que realizar 26 repeticiones al fallo está muy lejos de la fuerza que realizamos durante pruebas que duran como mínimo 30 minutos. Ciertamente estos niveles óptimos de fuerza ganados se complementan con ejercicios específicos de la disciplina del triatlón

en otros momentos de la temporada, con ejercicios asistidos y resistidos (Arrese, A.L., 2013).

Durante los últimos años, ha tomado mucha relevancia la velocidad de ejecución en los ejercicios de fuerza (Davies, et al., 2017), la revisión sistemática de Molina Poveda (2019) hace referencia a diferentes estudios, haciendo especial alusión a los beneficios que comporta el trabajo de la fuerza máxima, velocidad y factores neuromusculares. Otros estudios como Jason (2016) muestran que un programa basado en la pliometría hace que la economía de carrera se vea afectada positivamente, por esto mismo se debe tener en cuenta que estos ejercicios de velocidad máxima se deben hacer con personas entrenadas.

Utilizar la máxima velocidad de ejecución como instrumento para medir la intensidad nos puede dar la herramienta de conseguir el estímulo de entrenamiento óptimo. Este tipo de entrenamiento se caracteriza por hacer levantamientos con pérdidas bajas de velocidad consistiendo en llevar a cabo cada repetición a la máxima velocidad posible, del mismo modo consigue mayores mejoras a nivel de fuerza máxima, hipertrofia selectiva más que el resto de los métodos. La forma de medir la intensidad y el tiempo que le dedicamos a cada ejercicio difiere entre entrenamientos, un entrenamiento muy común consiste en realizar cada repetición a la máxima velocidad, cuando la repetición sea un veinte por ciento más lenta que la primera se terminará la serie, por cada serie haremos lo mismo hasta que nuestra velocidad disminuya un veinte por ciento de la primera repetición de la primera serie. Esta forma de entrenar tiene una serie de limitaciones a tener en cuenta, la medición de las velocidades es muy difícil de interpretar sin un aparato de medición específico y la interiorización perfecta del sujeto de la técnica de cada ejercicio. (Rodríguez-Rosell, et al., 2020). No obstante, los dispositivos de control de velocidad de cargas tradicionalmente utilizados son tanto plataforma de fuerzas como Encoder lineal (Magallanes, et al., 2018), sin embargo, estos dispositivos no suelen estar al alcance de la mayoría de los entrenadores debido a su coste económico.

### 2.2.3. Relación de Velocidades con la Repetición Máxima

La velocidad de desplazamiento de la barra fija en ejercicios con cargas submáximas se ha demostrado en distintos estudios científicos que existe una correlación con la predicción del RM, en ellos se manifiesta que a través de la velocidad podemos predecir el RM y por lo tanto, se puede aplicar de manera precisa el porcentaje de peso con el que



queremos trabajar lo que nos permite calcular el RM sin la necesidad de aplicar cargas extremas y con criterio científico. (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010)( Loturco, et al., 2016).

#### 2.2.4. Variaciones en atletas jóvenes

Existen varios principios básicos del entrenamiento de infanto-juvenil que hay que tener en cuenta como lo son el principio de progresión, el principio de regularidad, el principio de diversión, el principio de sobrecarga, el principio de creatividad, el principio de socialización y el principio de supervisión; todos ellos deberán cumplirse siempre en las sesiones de entrenamiento (Martin, et al., 2004).

Actualmente, siguen existiendo reticencias acerca del trabajo de fuerza en adolescentes pese a estar más que comprobado que el entrenamiento de fuerza positivo a nivel psíquico y fisiológico, el volumen e intensidad de estos ejercicios siempre debe ser gradual. Además, desde una perspectiva científica al seguir las pautas recomendadas existe una serie de consecuencias positivas como expongo a continuación. Las etapas evolutivas de niños y adolescentes son fases sensibles del desarrollo de las capacidades física, por lo que en la pre-adolescencia es importante incidir en la fuerza explosiva por lo que un trabajo con cargas bajas será óptimo y atendiendo a la adolescencia debido a la mayor producción de hormonas será un momento óptimo para desarrollar el sistema muscular.

Un buen programa de entrenamiento de fuerza nos proporcionara más fuerza y potencia en los músculos, mayor densidad ósea, menor riesgo de lesión, mejora del rendimiento, mejora del perfil lipídico, mayor conciencia del esquema corporal, mejora de la confianza entre otras. (Pediatria, S. A., & Subcomisiones, C., 2018)

#### 2.2.5. Riesgos del entrenamiento de fuerza

El entrenamiento de fuerza tiene los mismos riesgos de lesión musculo- esquelética que cualquier otra actividad física, sin embargo, existe un mayor de lesión que se puede acentuar si hay una ausencia de personal cualificado, uso inapropiado del material, poca individualización, poca planificación y/o poco descanso (Martin, et al., 2004).

#### 2.2.6. Trabajo con Atletas jóvenes dentro del Stadium Casablanca Sección de Triatlón

El Stadium Casablanca es un centro deportivo de la ciudad de Aragón que se encuentra en la avenida Vía Ibérica 69, 50012 en Zaragoza. Hoy en día, cuenta con un amplio abanico de deportes que puedes practicar en sus instalaciones, un total de catorce secciones deportivas donde destacan entre otras el triatlón, baloncesto, fútbol, tenis o pádel.

Dentro del Stadium Casablanca como acabo de comentar encontramos la sección de triatlón, los objetivos llevados a cabo dentro de esta modalidad deportiva son tanto a corto como largo plazo, con el fin de que los atletas puedan practicar ejercicio de forma óptima. Asimismo, se fomenta la participación a distintos niveles del triatlón y duatlón (a nivel autonómico, nacional e internacional) en actividades físico-deportivas con un compromiso de gestión orientado a la calidad, eficacia y excelencia tanto en niveles deportivos como de salud.

Los valores y principios que rigen el modo de actuar de la entidad y de todos los profesionales que forman parte de ella son la mejora y continua formación de los técnicos, siendo muchos de los entrenadores integrantes del propio club y formados a través de cursos impartidos por la federación de triatlón. La gestión del club está dividida de la siguiente manera. Por un lado, encontramos como base de la pirámide la escuela deportiva, donde están englobados todos aquellos discentes o atletas entre 8-12 años, en los cuales a los chicos se les intenta iniciar en este deporte a través de juegos. Posteriormente, están los cadetes y juveniles quienes no a esa escuela de triatlón porque su entrenamiento ya es más específico y por lo tanto, contiene más volumen de entrenamiento e intensidad llegando incluso, algunos de ellos, a competir a nivel nacional e incluso dentro de las ligas con el equipo senior. En el siguiente escalón tenemos el deporte salud en el cual se encuentran todas las personas mayores de 18 años que quieren practicar este deporte de una manera no competitiva teniendo un volumen de entrenamiento medio (7-12 horas a la semana) y por último tenemos la sección Junior, sub-23 y alta competición, estos atletas están en lo alto de la pirámide y son los que participan en las pruebas más exigentes a nivel autonómico y también en la liga de triatlón nacional de 1ª división tanto a nivel masculino como femenino, teniendo un gran compromiso por esta disciplina, así como volúmenes de entrenamiento que pueden llegar a los 24 horas semanales.

La semana de entrenamiento para el grupo de chicos de 15 a 17 años se divide en:

	Lunes	Martes	miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
16:00- 18:00		Ciclismo	Natación	Ciclismo	Natación	Ciclismo (9:00- 12)
17:30- 19:00	Físico	Físico	Carrera	Natación	Carrera	
19:00- 20:00		Natación				

### **2.3. CONTRIBUCIÓN DE ESTE ESTUDIO A LA LITERATURA CIENTÍFICA**

Actualmente no hay muchos estudios que traten el tema de la fuerza en triatletas, es un tema que causa mucha controversia y que ha tenido resultados muy variados a lo largo de los años. A nivel nacional, tampoco nos encontramos con un número exhaustivo de estudio que ahonden en este tema. Este estudio aporta un análisis de la comparativa entre dos métodos de trabajar la fuerza y qué consecuencias tiene en el rendimiento del atleta.

---

### **3. OBJETIVOS**

---

Para profundizar en este tópico de estudio se establecieron 3 objetivos.

Objetivo 1. Determinar qué tipo de entrenamiento óptimo para la mejora del nivel de fuerza general a nivel de Sistema Nerviosos Central

Objetivo 2. Determinar que entrenamiento es más propicio para el mantenimiento del peso de los atletas

Objetivo 3. Determinar qué tipo de entrenamiento óptimo para la mejora de la velocidad media en una prueba de 5 minutos máxima intensidad constante en bicicleta.

---

## **4. METODOLOGÍA**

---

### **4.1. DISEÑO Y CONTEXTUALIZACIÓN**

Se realizó un estudio experimental de ensayo controlado de dos grupos paralelos durante el año 2021. La selección de este tipo de estudio es consecuencia de que permite trabajar de manera activa con los sujetos de dicho estudio. Considero muy importante describir la realidad de este año 2021 ya que es una situación muy atípica. En España, nos encontramos con una pandemia a nivel mundial por el Covid-19, actualmente en un contexto de post cuarentena con medidas extraordinarias como es el uso de la mascarilla, distancia interpersonal y uso constante de desinfectantes y grupos burbuja.

### **4.2. PARTICIPANTES**

De una muestra total de 14 participantes de la sección de triatlón Stadium Casablanca en Zaragoza, participaron un total de 14 deportistas de la categoría cadete y juvenil cuyas edades comprenden de los 14 a los 17 años (media de edad 15,23). El estudio estuvo dividido en dos grupos, el grupo de intervención constaba de 5 integrantes (33%) las cuales 4 eran chicas (60%) y el grupo control con solamente 6 integrantes (66%) de las cuales contaban con 4 chicas (60%)

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

- 1) Experiencia mínima en trabajo con sobrecargas de un año.
- 2) Asistencia a un 85% de las sesiones.
- 3) Haber estado enfermo o confinado, a causa de un contacto positivo por Covid-19, la última semana previa a la intervención.

### **4.3. INSTRUMENTOS**

- Encoder Líneal tanto en el test inicial y final de fuerza.
- Pulsómetro durante el test inicial y final aeróbico.
- Cronómetro durante el test inicial y final aeróbico.
- Cuenta kilómetros durante el test inicial y final aeróbico.

### **4.4. PROCEDIMIENTO**

Tras diseñar el estudio y establecer las variables e instrumentos a emplear, contacte con un centro deportivo en Zaragoza para explicarle el objetivo del estudio y solicitarle la participación de todos los deportistas que fuera posible. La realización de este centro se llevó a cabo fundamentalmente por la accesibilidad ya que, fue en ese mismo lugar donde realice mis practicas curriculares ese mismo año.

El plan de trabajo inicial era dividir el grupo en dos pequeños de entre seis u diez personas. Ambos grupos llevarían a cabo dos pruebas iniciales, la primera un test de esfuerzo máximo e intensidad constante en bicicleta de cinco minutos y la segunda, un test de valoración de fuerza general basado en sentadilla, peso muerto, press militar y remo a 90°. El objetivo de esta última era medir la fuerza máxima y se llevaría a cabo con un encoder lineal para poder así sacar una estimación del RM.

Además, al grupo de intervención se les expuso a dos sesiones de entrenamiento con sobrecargas durante seis semanas trabajando diferentes ejercicios como la sentadilla, el peso muerto y la cargada. Cabe señalar que este entrenamiento se llevó a cabo a la par que su entrenamiento aeróbico habitual propuesto por el club. Por el contrario, el grupo control no tuvo sesiones de fuerza enfocadas a la mejora de la fuerza máxima a nivel de sistema nervioso central, ellos únicamente realizaron sus sesiones normales proporcionadas por el club.

Para finalizar, se volverá a realizar, a ambos grupos, los dos test llevados a cabo al inicio (esfuerzo y fuerza máxima)

El entrenamiento para el grupo experimental fue:

Series: 6-9 series de cargada con el 40% de su RM, con un descanso de 3-5 min entre serie. Las repeticiones por serie fueron de 5 repeticiones a máxima velocidad

Acompañado de 5 series de sentadilla del 50%-60% de su RM con 3-5 min de descanso.

Las repeticiones por serie fueron de 5 repeticiones a máxima velocidad.

Peso Muerto: 4 series de peso muerto del 50%-60% de su RM con 3-5 min de descanso.

Las repeticiones por serie fueron de 5 repeticiones a máxima velocidad.

Remo a 90°: 3 series de peso muerto del 50%-60% de su RM con 3-5 min de descanso.

Las repeticiones por serie fueron de 5 repeticiones a máxima velocidad.

Por su parte el grupo control hace un tipo de entrenamiento asignado por el Director Deportivo de la sección Stadium Casablanca basado en el método tradicional haciendo de 12-15 repeticiones con ejercicios con su propio peso corporal, después al finalizar realizan ejercicios de fortalecimiento de los músculos posturales de la zona abdominal y lumbar.

Un ejemplo de entrenamiento durante las 6 semanas fue:

- 4 series de sentadilla con 20 kilos de peso para todos y 15 repeticiones
- 4 Series de press banca 15 kilos y 12 repeticiones
- 4 series Remo en barra con 20 kilos y 15 repeticiones

Core y movilidad: 3 series de todos los ejercicios

-- series dead bug con banda elástica 8 repeticiones

- puente levantando una pierna 8 repeticiones

- Abduccion de cadera con banda 12 reps por pierna

-Plancha lateral 30 segundos cada lado

#### 4.4.1. Fuerza

Para evaluar la fuerza en cada uno de los distintos ejercicios, se ha tomado como referencia la predicción de una repetición máxima a través del levantamiento de cargas submáximas (Loturco, et al., (2016)). En el estudio “*Usar la velocidad de la barra para predecir la fuerza dinámica máxima en el ejercicio de media sentadilla.*” se demuestra



una correlación de un  $R^2=0,96$  en la predicción del RM a través de la realización de repeticiones a cargas submáximas a la máxima velocidad. Del mismo modo, investigaciones hechas por González-Badillo & Sánchez-Medina (2010) muestran en su estudio realizado a ochenta personas, que no existe una variación de la velocidad media propulsiva en press banca aun cuando su repetición máxima era diferente, evidenciando un  $R^2 =0,98$ .

En sentadilla) también se demostró que la correlación entre la velocidad máxima de ejecución y el RM era muy alta (Sánchez-Medina, et al., 2017). Asimismo, el estudio llevado a cabo por Sánchez Medina & Cols (2014) donde se analizaron a 75 sujetos se obtuvo una correlación muy alta ( $r^2=0,94$ ) entre la velocidad de ejecución y su repetición máxima. A la par, Ruf & Cols (2018) analizaron a once sujetos entrenados haciéndoles un estudio de medición de su repetición de peso máxima donde se evidencia que el porcentaje de correlación entre la velocidad de ejecución y la repetición máxima es alto.

#### 4.4.2. Trabajo aeróbico

Para evaluar el trabajo aeróbico se ha tomado como referencia hacer un test de cinco minutos a máxima intensidad donde se pretende medir la distancia que realizan los atletas. Para hacer esta prueba hemos elegido el ciclismo como herramienta de uso, así como un cronómetro y un cuentakilómetros. Estudios como Pinot, & Grappe (2014) analizaron datos de ciclistas profesionales proponiendo un método simple para la evaluación del rendimiento y zonas de entrenamiento.

Teniendo en cuenta que no disponemos de potenciómetro tomaremos la frecuencia cardiaca y la velocidad media como referencia de la mejora y dar validez al test (Cucullo, et al., 1987).

#### 4.4.3. Peso

En sintonía con estudios anteriores, el peso se evaluaron dos pesadas una al principio y otra al final.

#### **4.5. ANÁLISIS DE DATOS**

En primer lugar, realizamos junto al entrenador del Stadium Casablanca de la sección de triatlón la división de los dos grupos (experimental y control), se realizaron los test y posteriormente se transcribieron los datos, a una hoja de cálculo.

Una vez transcritos los resultados se procede al análisis de éstos mediante el estudio de variables independientes y/o dependientes a través del documento de Excel 2016. Para ello hemos utilizado la prueba “t” student siendo esta un tipo de estadística deductiva, así mismo, asumimos que las variables dependientes tienen una distribución normal. Especificando el nivel de significatividad que estamos dispuestos a asumir que ésta es de un 5 % en nuestro caso. (Sánchez Turcios., 2015)

---

## 5. RESULTADOS

---

### 5.1. Formulación de la primera hipótesis

La hipótesis de este trabajo de investigación se diseña como una relación casual y se plantea de la siguiente manera. Por un lado, la hipótesis alterna ( $H_a$ ) donde existen diferencias significativas entre el promedio de la ganancia de fuerza en sentadilla entre el grupo experimental y el grupo control. Y por otro lado, la hipótesis nula ( $H_0$ ) en la cual no existen diferencias significativas entre el promedio de peso antes de la investigación y después.

El nivel de significancia es del 5% (0,5) y la toma de decisión es el siguiente, si el  $P\text{-valor} \leq \alpha$  es aceptar  $H_a$ , entonces rechazamos hipótesis nula y aceptamos la hipótesis del investigador.

Las condiciones de la aplicación del test “t” para dos medias es el valor de significancia de la prueba es = 0,05 (5%), si es mayor se acepta la hipótesis nula y si es menor se rechaza. Mientras que, para una variable aleatoria (numérica) se aplicara la prueba “t-student” para variables independientes ya que sirve para averiguar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa

Las condiciones de aplicación del test “t” es comparar dos medias son 1º normalidad y 2º homogeneidad de varianzas. (Olea., 2016). calcular el p-valor de la prueba “t-student” en muestras independientes (Hanusz ,et al., 2016) en muestras pequeñas  $\alpha$  aceptar  $H_0$  = los datos provienen de una distribución normal, y  $p\text{Valor} \leq$  aceptar  $H_a$  = los datos no proviene de una distribución normal.

En la tabla 1 que se observa a continuación, se demuestra una mejora de la fuerza en sentadilla, pero como se puede ver en el análisis posterior de la tabla 2, el estadístico ha obtenido un valor de 0,22 por lo que el valor de significancia es de 0,41, dicho de otra forma, resulta mayor a 0,05 por lo que se descarta la hipótesis alternativa.

<b>Grupo Experimental</b>	<b>RM 1° Medición</b>	<b>RM 2° Medición</b>	<b>Diferencia</b>		<b>Grupo Control</b>	<b>RM 1° Medición</b>	<b>RM 2° Medición</b>	<b>Diferencia</b>
Sujeto 1	37	40	3		Sujeto 1	60	54,54	5,56
Sujeto 2	66,6	75	3,4		Sujeto 2	43,38	52,63	9,25
Sujeto 3	50	54,54	4,54		Sujeto 3	37,5	38,96	1,46
Sujeto 4	60,2	60	0,2		Sujeto 4	43,38	45,45	2,07
Sujeto 5	50	48,38	1,62		Sujeto 5	60,2	62,5	2,3
					Sujeto 6	46,51	34,48	2,03

**Tabla 1:** Resultados sentadilla de ambos grupos.

	<b>Grupo Experimental</b>	<b>Grupo Control</b>
Media ganancia de fuerza (kg)	1,824	1,265
Varianza	6,80028	24,32003
Observaciones	5	6
Varianza agrupada	16,53347	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	0,227036	
P (T <= t) una cola	0,412735	
Valor crítico de t (una cola)	1,833113	
P (T <= t) dos colas	0,825469	
Valor crítico de t (dos colas)	2,262157	

**Tabla 2:** Prueba t para la diferencia media de la mejora en sentadilla entre ambos grupos.

Hipótesis alterna ( $H_a$ ): Existen diferencias significativas entre el promedio de la ganancia de fuerza en peso muerto entre el grupo experimental y el grupo control, la hipótesis nula ( $H_0$ ): no existen diferencias significativas entre el promedio de peso antes de la investigación y después.

Nivel de significancia 5%=0,5

A continuación, en la tabla 3 observamos una mejora de la fuerza en peso muerto, sin embargo, como pasa con la sentadilla y podemos contemplar en la tabla 4, estas mejoras no son suficientes ya que el estadístico ha obtenido un valor de 0,97, por lo que el valor de significancia es de 0,17, es decir mayor a 0,05 por lo que se descarta la hipótesis alternativa.

<b>Grupo Experimental</b>	<b>RM 1° Medición</b>	<b>RM 2° Medición</b>	<b>Diferencia</b>		<b>Grupo Control</b>	<b>RM 1° Medición</b>	<b>RM 2° Medición</b>	<b>Diferencia</b>
Sujeto 1	55,5	64,51	9,01		Sujeto 1	76,92	76,92	0
Sujeto 2	100	125	25		Sujeto 2	61,53	64,51	2,98
Sujeto 3	66,6	80	13,4		Sujeto 3	71,42	66,6	4,82
Sujeto 4	74,07	79	4,93		Sujeto 4	57,14	66,8	9,66
Sujeto 5	71,42	61,53	9,89		Sujeto 5	83,3	90,9	7,6
					Sujeto 6	55,5	57,97	2,47

**Tabla 3:** Resultados peso muerto de ambos grupos.

	<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>
Media	8,49	2,981667
Varianza	161,8642	27,18946
Observaciones	5	6
Varianza agrupada	87,04488	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	0,975019	
P (T <= t) una cola	0,177514	
Valor crítico de t (una cola)	1,833113	
P (T <= t) dos colas	0,355028	
Valor crítico de t (dos colas)	2,262157	

**Tabla 4:** Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales (peso muerto)

Hipótesis alterna ( $H_a$ ): Existen diferencias significativas entre el promedio de la ganancia de fuerza en remo 90° entre el grupo experimental y el grupo control, la hipótesis nula ( $H_0$ ): no existen diferencias significativas entre el promedio de peso antes de la investigación y después.

Nivel de significancia 5%=0,5

En la siguiente tabla (5) se observa una mejora de la fuerza en remo 90° pero como se puede ver en el análisis de la tabla 6, el estadístico ha obtenido un valor de 0,42, por lo que el valor de significancia es de 0,42, dicho de otra forma, resulta mayor a 0,05 por lo que se descarta la hipótesis alternativa.

<b>Grupo Experimental</b>	<b>RM 1° Medición</b>	<b>RM 2° Medición</b>	<b>Diferencia</b>		<b>Grupo Control</b>	<b>RM 1° Medición</b>	<b>RM 2° Medición</b>	<b>Diferencia</b>
Sujeto 1	51,94	47,61	4,33		Sujeto 1	55,5	55,17	0,33
Sujeto 2	66,6	55,17	11,43		Sujeto 2	55,5	47	8,5
Sujeto 3	55,5	55,17	0,33		Sujeto 3	35,2	48	12,8
Sujeto 4	57,14	59,7	2,56		Sujeto 4	35,2	50	14,8
Sujeto 5	50	45,97	4,03		Sujeto 5	62,5	47,8	14,7
					Sujeto 6	47,05	53,3	6,25

**Tabla 5:** Resultados remo 90° de ambos grupos.

	<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>
Media	2,792	1,72
Varianza	33,33022	138,5282
Observaciones	5	6
Varianza agrupada	91,77354	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	

Estadístico t	0,184799	
P (T <= t) una cola	0,428742	
Valor crítico de t (una cola)	1,833113	
P (T <= t) dos colas	0,857484	
Valor crítico de t (dos colas)	2,262157	

**Tabla 6:** Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales en remo 90°.

Hipótesis alterna ( $H_a$ ): Existen diferencias significativas entre el promedio de la ganancia de fuerza en remo 90° entre el grupo experimental y el grupo control, la hipótesis nula ( $H_0$ ): no existen diferencias significativas entre el promedio de peso antes de la investigación y después.

Nivel de significancia 5%=0,5

En la tabla 8 se observa una mejora de la fuerza en pres militar, pudiéndose comprobar en el análisis de la tabla 9, el estadístico ha obtenido un valor de 4,34, por lo que el valor de significancia es de 0,000927 es decir menor a 0,05 por lo que se acepta hipótesis alternativa.

<b>Grupo Experimental</b>	<b>RM 1° Medición</b>	<b>RM 2° Medición</b>	<b>Diferencia</b>		<b>Grupo Control</b>	<b>RM 1° Medición</b>	<b>RM 2° Medición</b>	<b>Diferencia</b>
Sujeto 1	37,5	31,57	5,93		Sujeto 1	33,3	30	3,3
Sujeto 2	46,15	37,5	8,65		Sujeto 2	29,85	25	4,85
Sujeto 3	41,6	31,57	10,03		Sujeto 3	23,5	25	1,5
Sujeto 4	41,6	35,29	6,31		Sujeto 4	32,6	31,57	1,03
Sujeto 5	27	22	5		Sujeto 5	46,15	46,15	0
					Sujeto 6	32,25	32,25	0

**Tabla 7:** Resultados press militar de ambos grupos.

	<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>
Media	7,184	1,28

Varianza	4,33878	5,5786
Observaciones	5	6
Varianza agrupada	5,027569	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	4,348421*	
P (T ≤ t) una cola	0,000927*	
Valor crítico de t (una cola)	1,833113	
P (T ≤ t) dos colas	0,001855	
Valor crítico de t (dos colas)	2,262157	

**Tabla 8:** Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales en press militar.

## **5.2. Formulación de la segunda hipótesis**

La hipótesis de este trabajo de investigación se diseña como una relación casual y se plantea de la siguiente manera. Por un lado, la hipótesis alterna ( $H_a$ ) donde existen diferencias significativas entre el promedio de la velocidad media ganada en una prueba máxima de 5 minutos a intensidad constante en bicicleta entre el grupo experimenta y el grupo control. Y por otro lado, la hipótesis nula ( $H_0$ ) en la cual no existen diferencias significativas entre el promedio de velocidad antes de la investigación y después.

El nivel de significancia es del 5% (0,5) y la toma de decisión es el siguiente, si el  $P\text{-valor} \leq \alpha$  es aceptar  $H_a$ , entonces rechazamos hipótesis nula y aceptamos la hipótesis del investigador.

Las condiciones de la aplicación del test “t” para dos medias es el valor de significancia de la prueba es = 0,05 (5%), si es mayor se acepta la hipótesis nula y si es menor se rechaza. Mientras que, para una variable aleatoria (numérica) se aplicara la prueba “t-student” para variables independientes ya que sirve para averiguar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa.

Las condiciones de aplicación del test “t” es comparar dos medias son 1° normalidad y 2° homogeneidad de varianzas.



Grupo Experimental	RM 1° Medición		RM 2° Medición		Diferencias		Grupo Control	RM 1° Medición		RM 2° Medición		Diferencias
	KM/H	FC	KM/H	FC				KM/H	FC	KM/H	FC	
Sujeto 1	30,5	153	31	155	0,5		Sujeto 1	40,2	170	40,4	175	0,2
Sujeto 2	40	183	47,7	181	7,7		Sujeto 2	29,8	162	30,2	162	0,4
Sujeto 3	35	174	36	183	1		Sujeto 3	30,4	156	30,6	155	0,2
Sujeto 4	32,2	180	35,5	181	3,3		Sujeto 4	29,5	155	30,7	160	1,2
Sujeto 5	31,2	177	32,7	177	1,5		Sujeto 5	30,2	165	30	166	0,2
							Sujeto 6	23,2	160	22,5	161	0,7

**Tabla 9:** Velocidad promedio en el test de esfuerzo máximo de 5 minutos

A continuación, en la tabla tanto 9 como 10 se observa una mejora de la velocidad entre la 1ª y la 2ª medición del grupo experimental de manera significativa, pudiéndose comprobar en el análisis de la tabla 11, el estadístico ha obtenido un valor de 2,1325, por lo que el valor de significancia es de 0,0499 es decir menor a 0,05 por lo que se acepta hipótesis alternativa. Del mismo modo, se observa una mejora de la velocidad mínima entre la 1ª y la 2ª medición del grupo control de manera significativa, el estadístico 0,7085 ha obtenido un valor de de significancia 2,01504837 es de es decir menor a 0,05 por lo que se acepta hipótesis alternativa.

	Grupo Experimental			Grupo Control	
	1° Medición	2° Medición		1° Medición	2° Medición
Media	33,78	36,58		30,55	30,73333333

Varianza	15,022	42,837	29,791	32,4146667
Observaciones	5	5	6	6
Coeficiente de correlación de Pearson	0,97052299		0,99442782	
Diferencia hipotética de las medias	0		0	
Grados de libertad	4		5	
Estadístico t	2,13250177		0,70857229	
P (T <= t) una cola	0,04996319		0,25512431	
Valor crítico de t (una cola)	2,13184679		2,01504837	
P (T <= t) dos colas	0,09992638		0,51024862	
Valor crítico de t (dos colas)	2,77644511		2,57058184	

**Tabla 10:** Prueba t para media de dos muestras emparejadas en ambos grupos.

En la siguiente tabla (11) se observa más mejoría de la velocidad por parte del grupo experimental de manera significativa, el estadístico 1,9321 ha obtenido un valor de significancia 0,04269106 es de es decir menor a 0,05 por lo que se acepta hipótesis alternativa.

	Variable 1	Variable 2
Media	2,8	0,48333333
Varianza	0,62	0,16166667
Observaciones	5	6
Varianza agrupada	3,92092593	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	1,93211742	
P (T <= t) una cola	0,04269106	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P (T <= t) dos colas	0,08538212	

Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	
--------------------------------	------------	--

**Tabla 11:** Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales, diferencia de km/h

### **5.3. Formulación de la 3ª hipótesis**

La hipótesis de este trabajo de investigación se diseña como una relación casual y se plantea de la siguiente manera. Por un lado, la hipótesis alterna ( $H_a$ ) donde existen diferencias significativas entre el promedio del peso entre el principio de la intervención y el final (grupo experimental y el grupo control). Y por otro lado, la hipótesis nula ( $H_0$ ) en la cual no existen diferencias significativas entre el promedio de peso antes de la investigación y después.

El nivel de significancia es del 5% (0,5) y la toma de decisión es el siguiente, si el  $P\text{-valor} \leq \alpha$  es aceptar  $H_a$ , entonces rechazamos hipótesis nula y aceptamos la hipótesis del investigador.

Las condiciones de la aplicación del test “t” para dos medias es el valor de significancia de la prueba es = 0,05 (5%), si es mayor se acepta la hipótesis nula y si es menor se rechaza. Mientras que, para una variable aleatoria (numérica) se aplicara la prueba “t-student” para variables independientes ya que sirve para averiguar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa.

Las condiciones de aplicación del test “t” es comparar dos medias son 1º normalidad y 2º homogeneidad de varianzas.

<b>Grupo Experimental</b>	Altura	Peso inicial	Peso final	Diferencia		<b>Grupo Control</b>	Altura	Peso inicial	Peso final	Diferencia
Sujeto 1	1,64	55,8	56,2	0,4		Sujeto 1	1,72	58	57	1
Sujeto 2	1,78	68	66	2		Sujeto 2	1,65	55,2	56,2	1
Sujeto 3	1,59	53	52,5	0,5		Sujeto 3	1,74	61,5	60,6	0,9
Sujeto 4	1,69	65,7	64,7	1		Sujeto 4	1,62	52	52,4	0,4
Sujeto 5	1,69	66,6	66,9	0,3		Sujeto 5	1,74	68,9	69,3	0,4
						Sujeto 6	1,63	49,3	49,5	0,2

**Tabla 12:** Diferencia de peso en ambos grupos.

A continuación, en la tabla 12 y 13 se observa una pérdida de peso en el grupo experimental y una mínima ganancia en el grupo control, tanto el estadístico 1,2629 del grupo experimental como el estadístico -0,05128542 en las tablas 15 y 16 no han obtenido un valor de significancia menor a 0,05 por lo que se acepta hipótesis nula, esto quiere decir que no ha habido una variación de peso significativa en ninguno de los dos grupos.

	<b>Grupo Experimental</b>		<b>Grupo Control</b>	
	1º Medición	2º Medición	1º Medición	2º Medición
Media	61,82	61,26	57,48333333	57,5
Varianza	47,532	42,113	49,7976667	48,16
Observaciones	5	5	6	6
Coefficiente de correlación de Pearson	0,99084653		0,99367009	
Diferencia hipotética de las medias	0		0	
Grados de libertad	4		5	
Estadístico t	1,26297941		-0,05128542	
P (T ≤ t) una cola	0,137601		0,48054194	

Valor crítico de t (una cola)	2,13184679		2,01504837	
P (T < = t) dos colas	0,27520201		0,96108389	
Valor crítico de t (dos colas)	2,77644511		2,57058184	

**Tabla 13:** Prueba t para la diferencia media de dos muestras emparejadas en el peso en ambos grupos.

---

## 6. DISCUSIÓN

---

Los valores que más han variado en el intervalo de tiempo ha sido en primer lugar la velocidad media en bicicleta en una prueba máxima a intensidad constante de 5 minutos; y en segundo lugar, los valores de fuerza (press militar, sentadilla, peso muerto y remo 90°). Dado al poco tiempo del entrenamiento de fuerza puede ser una de las causas por las que no se aprecien diferencias significativas intergrupales, ni intergrupales.

Aunque no hay una existencia abundante de artículos dedicados al entrenamiento de fuerza en triatletas, sí que hay evidencia que esta previene lesiones y mejora el rendimiento (Punsac, et al., 2019). Estos entrenamientos deben ser adaptados tanto al nivel del deportista, al calendario de competición y a la competencia específica (Arrese., 2013)

Las adaptaciones de fuerza que hemos intentado plasmar a nivel de sistema nervioso central no han sido significativas pero sí que han sufrido un pequeño cambio, debemos pensar este tipo de entrenamiento debe tener en cuenta 3 variables, pensar en realizar cada repetición de la manera más explosiva posible, un trabajo pliométrico no realizado en este estudio y un trabajo de pesas de pocas repeticiones (Bompa, & Buzzichelli, 2017).

La no variación de peso durante este periodo de tiempo ayuda a pensar que ha habido una leve optimización de la fuerza y de la unidad motora, la composición de esta mayoritariamente en este tipo de atletas de contracción lenta hace que los pesos escogidos sean pesos relativamente ligeros, ya que, siguiendo el principio de Hennemann (1965), las fibras musculares y las unidades motoras se activan por orden de tamaño, empezando siempre por las fibras de contracción lenta.

Si comparamos este estudio con otros estudios por ejemplo Aadgard & Cool (2010) cuya muestra son ciclistas jóvenes y crea dos grupos realizando en uno entrenamientos de fuerza con sobrecargas y en el otro grupo no. Se demostró mejoras en la realización de test de corta duración (Wingate) del grupo de intervención en el programa de fuerza, pero no hay mejoras de  $VO_{2máx}$ . Al no tener un analizador de gases se ha comprobado una mejora en el rendimiento en un test máximo de 5 minutos probablemente por una mejora de la economía del esfuerzo. En el test realizado en el estudio por Aadgard & Col (2010) no hay diferencias significativas entre el grupo control y el grupo experimental en un test de 5 minutos, en cambio en este estudio si se han mostrado diferencias significativas, esto

se puede deber a que los atletas de su estudio son atletas de la selección Danesa con una reserva actual probablemente más alta que la de los atletas del Stadium Casablanca y con una economía del esfuerzo mejor trabajada previamente.

Suárez (2009) en su estudio de *“Modificaciones antropométricas después de un entrenamiento de fuerza máxima por hipertrofia en triatletas élite femenina”* demostró un aumento del 4% de la masa muscular en triatletas de género femenino y un aumento del peso en cuatro semanas. Esto puede ser debido a muchas causas como el porcentaje de grasa, aumento de la masa muscular, reservas de glucógeno y/o agua intracelular. Sin embargo, en el presente estudio carece de mediciones en este sentido, al no tener aumento del peso lo más probable es que no haya habido una optimización del entrenamiento durante las cuatro semanas en cuanto a fuerza general y ganancia de masa muscular. Esta esta razón, puede que ser una de las causas de que no haya habido diferencias significativas en cuanto a ganancia de fuerza respecto al inicio del entrenamiento (Bompa., 2002). Otra razón puede ser el catabolismo muscular por encima de la síntesis proteica muscular tal y como comenta Cometti (2007), esto podría explicar la no ganancia de peso e incluso un ligero decremento de esta.

---

## 7. LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS DE ESTUDIO

---

A continuación expondré problemas y limitaciones para llevar a cabo el estudio:

- Uno los principales inconvenientes es la falta del material deportivo por parte del club, aportando una barra olímpica y discos bumper por parte del realizador del Trabajo de fin de grado, otras herramientas como el encoder lineal solo estuvieron disponibles para el test inicial y final.
- Pequeño tamaño de la muestra, este estudio en un principio fue propuesto para los integrantes de la sección del Stadium Casablanca que participan en la 1ª división española de la liga de triatlón tanto femenino como masculino, pero posteriormente se tuvo que cambiar las muestras del estudio debido a la incertidumbre del estudio en cuanto a rendimiento se refiere. Debido a estos el nivel de cada atleta es muy diferente.
- Poca frecuencia de entrenamiento, solo se han podido realizar 2 sesiones de entrenamiento por semana debido a la carga de entrenamiento aeróbico que tienen estos sujetos.
- Test incremental de bicicleta realizado en días diferentes, debido a la limitación de tiempo de alguno de los sujetos algunos días.
- Ejercicios principales en algunas sesiones como la cargada no se pudo obtener una estimación efectiva del RM por lo que aunque se realizó durante las sesiones no se incluyó en la realización del test.
- Toma de datos con herramientas desactualizadas así pues en el test de ciclismo se empleó la frecuencia cardiaca y la media de km/h en vez de los watios debido a que solo un par de sujetos tienen potenciómetro.
- Limitaciones temporales, el estudio tendría que haber exigido 12 semanas que es lo que dura la pretemporada de estos atletas en este caso
- Inexistencia de analizador de gases

Debido a estos limitantes se propone realizar un estudio que dure más tiempo en torno a 8- 12 semanas con una frecuencia de 3 días a la semana y con herramientas más vanguardistas como sería un encoder lineal para todas las sesiones, potenciómetro y un grupo más homogéneo.



---

## **8. CONCLUSIONES**

---

El objeto de este estudio es evaluar dos formas distintas de entrenar el apartado de fuerza en triatletas para su puesta a punto en la temporada y como tal hemos respondido a las 3 preguntas y el resultado ha sido que nuestros atletas tienen ganancias similares de fuerza con cualquiera de los dos métodos aunque necesitarían mayor tiempo para que estas ganancias sean significativas, el peso se mantiene igual y el entrenamiento de fuerza ayuda a una mejora de la velocidad en pruebas que llevan al alcance de la velocidad aeróbica máxima debido posiblemente a una mejor economía del esfuerzo, estas respuestas van en consonancia con lo estudiado anteriormente.

---

## 9. BIBLIOGRAFÍA

---

- Aagaard, P., Andersen, J. L., Bennekou, M., Larsson, B., Olesen, J. L., Cramer, R., Magnusson, S. P., & Kjaer, M. (2011). Effects of resistance training on endurance capacity and muscle fiber composition in young top-level cyclists. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 21(6), e298–e307. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01283.x>
- Arrese, A. L. (2013). *Manual de entrenamiento deportivo*. Paidotribo.
- Balsalobre-Fernández, C., Santos-Concejero, J., & Grivas, G. V. (2016). Effects of strength training on running economy in highly trained runners: a systematic review with meta-analysis of controlled trials. *Journal of strength and conditioning research*, 30(8), 2361-2368.
- Bompa, T. (2002). Periodización del Entrenamiento Deportivo—Programas para obtener el máximo rendimiento en 35 deportes. 1ª Edição. Editorial Paidotribo.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. A. (2017). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Paidotribo.
- Bompa, T. y Buzzichelli, C. (2015). *Entrenamiento de periodización para deportes, 3e*. Cinética humana.
- CAMARGO, C. A. R., OYUELA, H. A. G., & SÁNCHEZ, H. H. M. Efecto de un programa de resistencia sobre la capacidad aeróbica en adolescentes mayores del Programa Tecnología en Entrenamiento Deportivo de Bogotá, Colombia. *REVISTA CIENTÍFICA*, 122, 15.
- Cejuela Anta, R., Pérez Turpin, J. A., Villa Vicente, J. G., Cortell-Tormo, J. M., & Rodríguez Marroyo, J. A. (2007). Análisis de los factores de rendimiento en triatlón distancia sprint. *Journal of human sport and exercise*, Vol. 2, no. 2 (July 2007).
- Cejuela, R., Cala, A., Pérez-Turpin, J. A., Villa, J. G., Cortell, J. M., & Chinchilla, J. J. (2013). Temporal activity in particular segments and transitions in the olympic triathlon. *Journal of human kinetics*, 36, 87–95. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0009>
- Cometti, G. (2007). *Los métodos modernos de musculación*. Editorial Paidotribo.

- Cragulini, F. E. (2015). *Revisión del efecto del entrenamiento de la fuerza sobre el rendimiento de la resistencia y variables asociadas en distintas disciplinas (ciclismo, pedestrismo, triatlón, etc.)* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).
- Chicharro, J. L., & Vaquero, A. F. (2006). *Fisiología del ejercicio/Physiology of Exercise*. Ed. Médica Panamericana.
- Davies, T. B., Kuang, K., Orr, R., Halaki, M., & Hackett, D. (2017). Effect of movement velocity during resistance training on dynamic muscular strength: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(8), 1603-1617.
- de Pediatría, S. A., & Subcomisiones, C. (2018). Entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes: beneficios, riesgos y recomendaciones. *Arch Argent Pediatr*, 116(Supl 5), S82-S91.
- Etxebarria, N., Mujika, I., & Pyne, D. B. (2019). Training and Competition Readiness in Triathlon. *Sports* (Basel, Switzerland), 7(5), 101. <https://doi.org/10.3390/sports7050101>
- González, A. (2007). *Bases y principios del entrenamiento deportivo*. Editorial Stadium SRL.
- González-Badillo, JJ y Sánchez-Medina, L. (2010). Velocidad de movimiento como medida de la intensidad de carga en el entrenamiento de resistencia. *Revista internacional de medicina deportiva*, 31 (05), 347-352.
- González-Ravé, J. M., Pablos-Abella, C., & Navarro-Valdivieso, F. J. (2014). Entrenamiento deportivo. Teoría y práctica. *Editorial Médica Panamericana*.
- Güemes-Hidalgo, M., Ceñal González-Fierro, M. J., & Hidalgo Vicario, M. I. (2017). Desarrollo durante la adolescencia. Aspectos físicos, psicológicos y sociales. *Pediatría integral*, 21(4), 233-244.
- Gustafsson, H. (2007). Burnout in Competitive and Elite Athletes. Unpublished Doctoral Dissertation, Örebro: Örebro University.
- Henneman, E., Somjen, G. y Carpenter, DO (1965). Excitabilidad e inhibibilidad de motoneuronas de diferentes tamaños. *Revista de neurofisiología* , 28 (3), 599-620.

- Leiva Benegas, S. J. (2019). ¿ Qué es la fuerza para la Educación Física?. In *XIII Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de Educación Física y Ciencias (Ensenada, 30 de septiembre al 4 de octubre de 2019)*.
- Loturco, I., Pereira, LA, Abad, CCC, Gil, S., Kitamura, K., Kobal, R. y Nakamura, FY (2016). Usar la velocidad de la barra para predecir la fuerza dinámica máxima en el ejercicio de media sentadilla. *Revista internacional de fisiología y rendimiento deportivos*, 11 (5), 697-700.
- Magallanes, A., Espina, W., González Ramírez, A., & Magallanes, C. (2019). Encoder lineal vs. alfombra de contacto para determinar cargas óptimas de salto en jóvenes futbolistas. *EmásF, Revista Digital de Educación Física*. v. 11, n. 62 (ene.-feb. de 2020), p. 127-138.
- Manno, R. (1999). *El entrenamiento de la fuerza: bases teóricas y prácticas* (Vol. 306). Inde.
- Martin, D., Nicolaus, J., & Ostrowski, C. (2004). *Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil* (Vol. 24). Editorial Paidotribo.
- Molina Poveda, A. L. (2019). Propuesta de entrenamiento de la fuerza para la mejora del rendimiento en los 5000 metros.
- Punsac, G., Bosco, A., & Rapún López, M. (2019). ANÁLISIS DE LA FUERZA DEL TREN INFERIOR DE TRIATLETAS FEDERADOS.
- Rodríguez Rivera, T., & Cárdenas Gómez, D. F. *Propuesta metodológica para el entrenamiento de medio fondistas juveniles vallecaucanos* (Doctoral dissertation).
- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., Pareja-Blanco, F., Ravelo-García, A. G., Ribas-Serna, J., & González-Badillo, J. J. (2020). Velocity-based resistance training: impact of velocity loss in the set on neuromuscular performance and hormonal response. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 45(8), 817-828.
- Román Tobar, A. S. (2018). *Macro ciclo de entrenamiento para el desarrollo de la hipertrofia muscular del tren superior en deportistas de 18 a 22 años en los*

*gimnasios Alliv Gym, Forcé Gym Y M&J Fitness de la ciudad de Ibarra de la provincia de Imbabura en el año 2018* (Bachelor's thesis).

Suárez, V. J. C. (2009). Modificaciones antropométricas después de un entrenamiento de fuerza máxima por hipertrofia en triatletas étile femenina. *Lecturas: Educación física y deportes*, (135), 99.

Suárez, V. J. C. (2009). Modificaciones antropométricas después de un entrenamiento de fuerza máxima por hipertrofia en triatletas étile femenina. *Lecturas: Educación física y deportes*, (135), 99.

Vercesi, G. (2008). Qué es y cómo entrenar la coordinación intramuscular. *Revista Digital www.efdeportes.com, ano, 6*.

Olea, F. (2016). Técnicas estadísticas aplicadas en nutricion y salud. *Departamento de Nutrición y Bromatología. UGR*, 15-31.

Hanusz, Z., Tarasinska, J., & Zielinski, W. (2016). Shapiro-Wilk test with known mean. *REVSTAT-Statistical Journal*, 14(1), 89-100.